

010834186 **Image available**

WPI Acc No: 1996-331139/199633

XRPX Acc No: N96-279343

Image slicing type recognition device used for industrial robot -
extracts and detects direction, size and position of specific objects
based on output of vector and manifold calculation parts

Patent Assignee: NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE CORP (NITE)

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 8153198	A	19960611	JP 94294641	A	19941129	199633 B

Priority Applications (No Type Date): JP 94294641 A 19941129

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 8153198	A		6	G06T-007/00	

Abstract (Basic): JP 8153198 A

The device extracts an objective area from the image input data. Image data are fed by an image input part (3) of an image analysis part (1). These data are given to an image processing part (4). The preprocessing part normalizes the image data. The size of the image is converted by means of a size conversion part (5). The specified image is recognised by a vector calculation part (6) and shape of the vector manifold is calculated by a manifold calculation part (7). Thus the image analysis part outputs the analysis result of the image data.

An object recognition part (2) is provided which has another 2D image part (8). Thus the objective area from the image input data is extracted. A specified area scanning extraction part (10) extracts only the objective area of the image. Finally, distance calculation part (11) outputs the distance of extracted objective area based on data output from vector and manifold calculation parts. Thus, the position, direction and size of the object are output.

ADVANTAGE - Detects many objects automatically.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-153198

(43)公開日 平成8年(1996)6月11日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 6 T 7/00

G 0 1 B 11/00

H

9061-5H

G 0 6 F 15/ 62

4 1 5

15/ 70

4 6 0 B

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平6-294641

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(22)出願日 平成6年(1994)11月29日

(72)発明者 村瀬 洋

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

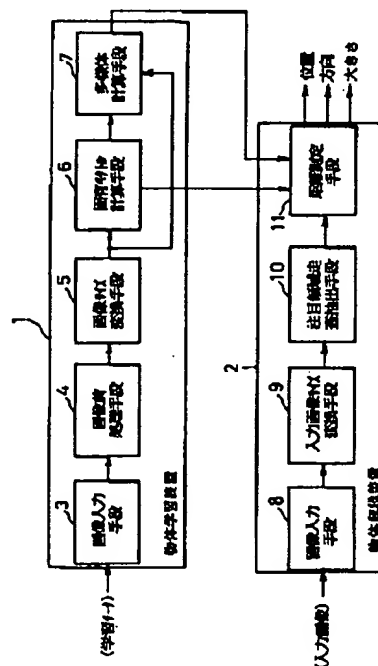
(74)代理人 弁理士 三好 秀和 (外1名)

(54)【発明の名称】 画像切り出し認識装置

(57)【要約】

【目的】 実現が困難な幾何学的特徴を抽出することなく、任意の方向と大きさを持った物体を様々な物体を含む画像中から抽出し、同時にその方向をも検出する。

【構成】 物体学習装置1の画像入力手段3から得られた画像データから物体の領域を画像前処理手段4で抽出し、その領域の画像データ値を正規化するとともに画像処理データのサイズを画像サイズ変換手段5で様々に変換し、このサイズ変換された学習画像データ集合から固有ベクトル計算手段6で求めた固有ベクトルと前記学習画像データ集合とから多様体の形状を多様体計算手段7で計算し、一方物体認識装置2の画像入力手段8で得られた画像データから物体の領域を注目領域走査抽出手段10で抽出し、その画像データ値を正規化し、このデータと前記固有ベクトルと前記多様体の形状とをもとに距離測定手段11で距離値を計算し、該物体の位置と方向と大きさを出力する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体の様々な方向から撮像した2次元画像を取り込む第1の画像入力手段、該第1の画像入力手段で得られた画像データから物体の領域を抽出し、該抽出した物体の領域の画像データ値を正規化する画像前処理手段、該画像前処理手段で得られた画像処理データのサイズを様々に変換する画像サイズ変換手段、該画像サイズ変換手段で得られた学習画像データ集合から固有ベクトルを求める固有ベクトル計算手段、および該固有ベクトル計算手段で得られた固有ベクトルと前記画像サイズ変換手段で得られた学習画像データ集合とから多様体の形状を計算する多様体計算手段を有する物体学習装置と、

複数の物体が含まれる2次元画像を取り込む第2の画像入力手段、該第2の画像入力手段で得られた画像データから物体の領域を抽出し、該抽出した物体の領域の画像データ値を正規化する注目領域走査抽出手段、および該注目領域走査抽出手段により得られたデータと前記固有ベクトル計算手段により得られた固有ベクトルと前記多様体計算手段で得られた多様体の形状とをもとに距離値を計算し、該物体の位置と方向と大きさを出力する距離測定手段を有する物体認識装置とを具備することを特徴とする画像切り出し認識装置。

【請求項2】 前記物体認識装置の前記第2の画像入力手段と前記注目領域走査抽出手段との間に設けられ、前記第2の画像入力手段によって取り込まれた入力画像を様々の倍率に変換する入力画像サイズ変換手段を有することを特徴とする請求項1記載の画像切り出し認識装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、任意の方向を向いた3次元物体の位置（領域）を複数の物体を含む2次元画像の中から検出し、その向きを計測する画像切り出し認識装置に関し、更に詳しくは、産業用ロボットが自動的に対象となる物体を見つけ出し、それをつかみ上げたり、自動監視装置が特定の物体の位置を検出したり、一般背景中から人間などの物体の領域を抽出したりするのに応用可能な画像切り出し認識装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、画像中から対象物体の領域を抽出する装置には大きく分けて2種類の方法が提案されている。第1の方法は、物体の幾何学的な部分的特徴、例えばコーナーや稜線を抽出し、その位置関係から物体の位置を抽出する方法である。第2の方法は、2次元のテンプレートを用意し、それと入力画像の部分画像との相関を取り、その相関値の大きい領域をその物体の領域とする手法である。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来の方法の

うち、第1の方法では雑音の多い一般の画像中からコーナーや稜線などの幾何学的特徴を精度よく抽出することが困難であるという問題がある。

【0004】また、第2の方法では、3次元の物体は見る方向やカメラから物体までの距離により見かけの画像が大きく変化するため、物体の向きや大きさの変化に対して全ての場合をテンプレートとして記憶し、それと入力画像の部分画像と照合することは記憶容量、照合時間の観点から現実的ではないという問題がある。

【0005】本発明は、上記に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、実現が困難な幾何学的特徴を抽出することなく、任意の方向と大きさを持った物体を様々な物体を含む画像中から抽出し、同時にその方向をも検出することができる画像切り出し認識装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の画像切り出し認識装置は、物体の様々な方向から撮像した2次元画像を取り込む第1の画像入力手段、該第1の画像入力手段で得られた画像データから物体の領域を抽出し、該抽出した物体の領域の画像データ値を正規化する画像前処理手段、該画像前処理手段で得られた画像処理データのサイズを様々に変換する画像サイズ変換手段、該画像サイズ変換手段で得られた学習画像データ集合から固有ベクトルを求める固有ベクトル計算手段、および該固有ベクトル計算手段で得られた固有ベクトルと前記画像サイズ変換手段で得られた学習画像データ集合とから多様体の形状を計算する多様体計算手段を有する物体学習装置と、複数の物体が含まれる2次元画像を取り込む第2の画像入力手段、該第2の画像入力手段で得られた画像データから物体の領域を抽出し、該抽出した物体の領域の画像データ値を正規化する注目領域走査抽出手段、および該注目領域走査抽出手段により得られたデータと前記固有ベクトル計算手段により得られた固有ベクトルと前記多様体計算手段で得られた多様体の形状とをもとに距離値を計算し、該物体の位置と方向と大きさを出力する距離測定手段を有する物体認識装置とを具備することを要旨とする。

【0007】また、本発明の画像切り出し認識装置は、前記物体認識装置の前記第2の画像入力手段と前記注目領域走査抽出手段との間に設けられ、前記第2の画像入力手段によって取り込まれた入力画像を様々の倍率に変換する入力画像サイズ変換手段を有することを要旨とする。

【0008】

【作用】本発明の画像切り出し認識装置では、物体学習装置の第1の画像入力手段から得られた画像データから物体の領域を抽出し、その領域の画像データ値を正規化するとともに画像処理データのサイズを様々に変換し、このサイズ変換された学習画像データ集合から求められ

た固有ベクトルと前記学習画像データ集合とから多様体の形状を計算し、一方物体認識装置の第2の画像入力手段で得られた画像データから物体の領域を抽出し、その画像データ値を正規化し、このデータと前記固有ベクトルと前記多様体の形状とをもとに距離値を計算し、該物体の位置と方向と大きさを出力する。

【0009】また、本発明の画像切り出し認識装置では、前記第2の画像入力手段によって取り込まれた入力画像を入力画像サイズ変換手段によって様々の倍率に変換している。

【0010】

【実施例】以下、図面を用いて本発明の実施例を説明する。

【0011】図1は、本発明の一実施例に係る画像切り出し認識装置の構成を示すブロック図である。同図に示す画像切り出し認識装置は、物体学習装置1と物体認識装置2から構成される。

【0012】物体学習装置1は、様々な方向から捕らえた2次元画像から認識に必要となる辞書データを作成する装置であり、画像入力手段3、画像前処理手段4、画像サイズ変換手段5、固有ベクトル計算手段6および多様体計算手段7で構成される。

【0013】画像入力手段3は、TVカメラとA/Dコンバータから構成されるものであり、物体の様々な方向から捕らえた2次元画像を学習データとして取り込み、これを画像前処理手段4に送出する。様々な方向から画像を得るためには例えばターンテーブル上に物体を載せて回転させ、それを固定したカメラで画像を捕らえたり、カメラをロボットアームのようなものに持たせて、固定した物体の回りをカメラが動き回って画像を捕らえることにより実現できる。

【0014】画像前処理手段4は、窓関数などを用いて画像から物体の特徴を示すのに重要な領域を抽出する段階と、抽出したデータの値の大きさを正規化する装置から構成される。物体の窓関数としては、円形状で円の中心部分だけを取り出すもの、物体の形状に合わせた形でその内側だけを取り出すもの、更に領域で取り出した各画素値に場所によって重み付けをするようなものなどの窓関数が上げられる。

【0015】図2に物体の形状に合わせた窓関数の一例を示す。その窓関数の出力の各画素を要素とするベクトルを構成し、それを x' とする。ここでベクトル x' の要素数はその領域の画素数に対応する。次に、このベクトルの値の大きさを1（または適当な定数）となるように $x = x' / \|x'\|$ により正規化する。画像入力手段3から送られた様々な方向からの画像は順次この処理を適用し、画像サイズ変換手段5に送出する。

【0016】画像サイズ変換手段5は、画像前処理手段4から入力された画像の大きさを変換する装置である。物体の様々な方向からの画像はサイズを様々に変換し

(例えば、1.1倍、1.2倍、…、1.4倍などの5段階程度)、ここで生成されたデータは固有ベクトル計算手段6および多様体計算手段7に送出される。このデータを学習データ集合と呼ぶことにする。その画像の一例を図3に示す。

【0017】固有ベクトル計算手段6は、画像サイズ変換手段5から送出された学習データ集合から共分散行列を計算し、その固有ベクトルを計算する装置である。数学的には、画像前処理手段4から送出されてきた様々な方向から入力された画像 x_i ($i = 1, \dots, M$, ここで M は画像数)からその平均値

【数1】

$$c = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M x_i$$

を計算し、この平均値 c を用いて共分散行列

【数2】

$$Q = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M (x_i - c)(x_i - c)^T$$

を計算する。これを式 $\lambda_i e_i = Q e_i$ により固有値分解し、 k 個の大きい固有値($\lambda_1 \geq \dots \geq \lambda_k \geq \dots \geq \lambda_M$)に対応する固有ベクトル(e_1, \dots, e_k)を求める。計算された固有ベクトルは多様体計算手段7に送出される。

【0018】画像は画素数が多いため、画像を対象とした固有ベクトルの計算は一般的にはかなりの計算時間が必要となる。そのためこれを高速に計算するためにいくつかの手法が提案されている。その例としては、特開平4-105179号公報あるいは特開平5-159044号公報に開示された高速固有ベクトル計算装置などがある。特開平4-105179号公報に開示された高速固有ベクトル計算装置は画像等のデータを予めランレングス符号化によって圧縮することにより固有ベクトルを高速に少ない作業用記憶領域で計算可能にするものであり、また特開平5-159044号公報に開示された高速固有ベクトル計算装置は入力データを適応符号化により符号化し、圧縮されたデータの間で内積を計算することにより、画像等の高次元ベクトルの自己相関行列の固有ベクトルを高速に計算できるようにしたものである。

【0019】多様体計算手段7は、固有ベクトル計算手段6から送出されてきた固有ベクトルと、画像サイズ変換手段5から送出されてきた学習画像データ集合から多様体を計算し、数値の形で出力する。 k 個の固有ベクトル(e_1, \dots, e_k)によって作られる k 次元の直交空間をここで固有空間と呼ぶことにする。例えば、方向 i 、大きさ j の学習データを x_{ij} で表すとする。この学習データを固有空間 $\{e_1, \dots, e_k\}$ へ投影すると固有空間上の点 $g_{ij} = [e_1, \dots, e_k]^T x_{ij}$ が得られる。

【0020】一方、 i を少し変化させた場合、あるいは j を少し変化させた場合には、一般的に画像の見かけはあまり変化しないため、もとの画像と変化させた画像と

の相関は高い。画像間の相関の大きさとそれに対応する固有空間上の2点間の距離の大きさは逆比例の関係にあるため、両者に対応する固有空間上の点もあまり変化しない。つまりこの関係より、 l を少し変化させることにより固有空間上の点は連続的に変化するため、パラメータ l による曲線が形成され、更に j を少し変化させることにより固有空間上に l と j の2パラメータによる曲面が形成される。この g_{ij} をここでパラメータ l と j により形成される多面体と呼ぶ。その例を図4に示す。固有空間上に多様体を作成して学習は終了する。認識段階では、固有ベクトル、および多様体の形状を数値の形で記憶しておき辞書として使用する。

【0021】また、前記物体認識装置2は、辞書データをもとに入力画像中から任意の方向と大きさを持つ物体を対象に、その物体の位置、方向、および大きさを検出する装置であり、画像入力手段8、入力画像サイズ変換手段9、注目領域走査抽出手段10および距離測定手段11で構成される。

【0022】画像入力手段8は、複数の物体を含むような入力画像を入力する装置である。これは学習段階で使用された画像入力手段3と同等のものである。入力画像は入力画像サイズ変換手段9に送出される。

【0023】入力画像サイズ変換手段9は、入力画像を様々な倍率の大きさに変換する。例えば、 α^{-1} 倍、 α^{-2} 倍、 α^{-3} 倍などの大きさに変換する。ここで α は例えば*

$$d = \min_{i,j} \|h - g_{ij}\|$$

を計算し、この距離があるいき値以下であれば注目している領域は学習した物体であるとしてその位置を出力する。同時に最小となる l は物体の方向に対応しているために l の値を物体の方向の検出結果として出力する。また、その際の j の値と入力画像サイズ変換手段9から出力された入力画像の倍率の値の組み合わせによりその物体の大きさを判定できるため、物体の大きさの検出結果も出力する。すなわち、入力画像中から学習で用いた物体の位置、向き、その大きさを検出することができる。このようにして検出した物体の領域の位置を抽出した結果の一例が図6に示されているものである。

【0026】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、様々な方向から見た物体の画像を固有空間などの次元の低い直交空間上の多様体で記憶し、これと入力画像とを照合することにより、複数の物体を含む画像中から特定の物体の位置、向き、大きさを検出することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係る画像切り出し認識装置の構成を示すブロック図である。

【図2】注目領域の抽出のために用いられた窓関数の一

*1. 5倍程度の数値である。ここで様々な倍率の画像を作成する意味は、物体の大きさの大きな変化を入力画像の拡大縮小で対処するためである。また、物体の大きさの小さな変化については多様体のパラメータで対処する。その関係を図5に示す。なお、入力画像サイズ変換手段9は取り除いても、本発明である画像切り出し認識装置は実現可能である。サイズを様々な変換された画像は注目領域走査抽出手段10に送出される。

【0024】注目領域走査抽出手段10は、特定の領域の部分画像を抽出し、これを距離測定手段11に送出する。この特定の領域の形状は、画像前処理手段4で使用されたものと同じ窓関数を使用する。更に、この出力は画像前処理手段4で適用されたものと同様の画素値の大きさの正規化を行う。この特定の領域の位置は例えばラスタスキャン状に入力画像中を順次走査し、その全てを距離測定手段11に送出する。

【0025】距離測定手段11は、注目領域走査抽出手段10から送出されたデータと、物体学習装置1で作成された固有のベクトル $\{e_1, \dots, e_k\}$ と多様体の数値データをもとに距離値を計算する。距離値とは注目領域（例えば y とする）を固有空間上の点 h に $h = [e_1, \dots, e_k]^T \cdot y$ により投影し、この点 h と多様体 g_{ij} との間の距離のことである。すなわち、距離測定手段11は、点 h と多様体との距離

【数3】

例を示す図であり、その形状は物体の形状に応じて任意の形状を選択することができる。

【図3】物体を様々な方向から観測し更にサイズを変化させた画像の例を示す図である。

【図4】多様体の例を示す図である。

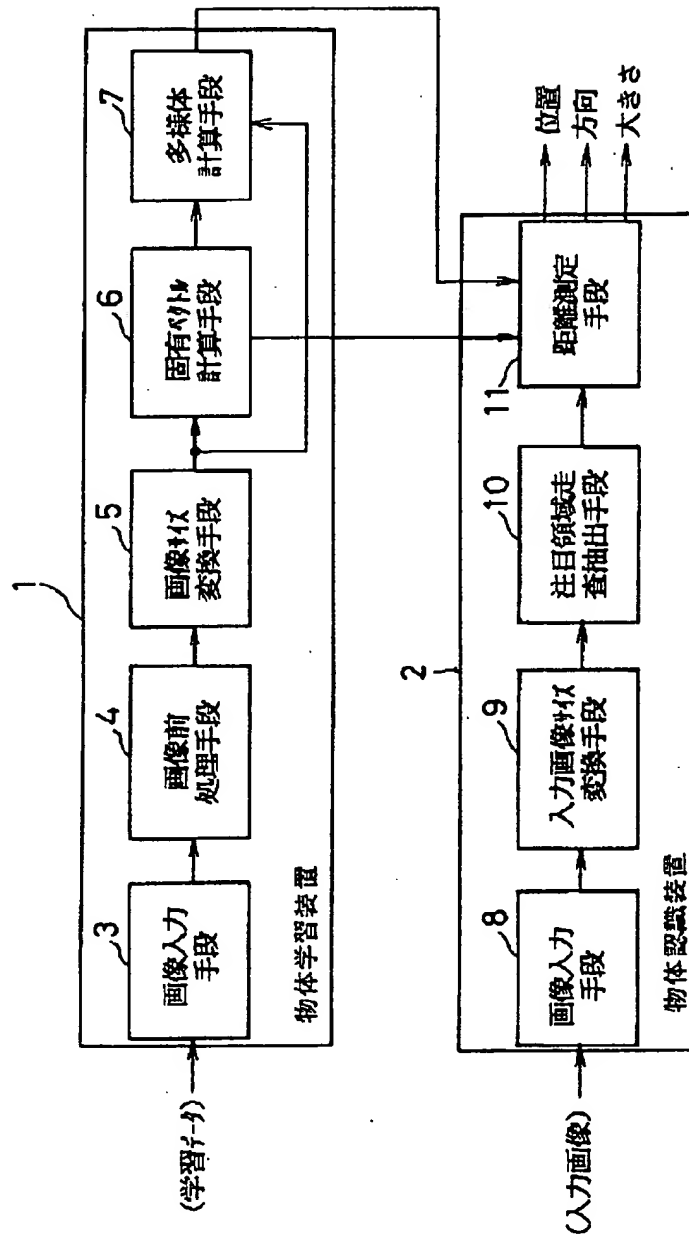
【図5】入力画像のサイズ変化により物体の大きさ変化に対応する説明図である。

【図6】物体の領域の位置を抽出した結果の例を示す図である。

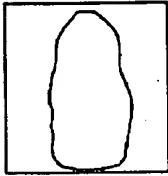
【符号の説明】

- 1 物体学習装置
- 2 物体認識装置
- 3 画像入力手段
- 4 画像前処理手段
- 5 画像サイズ変換手段
- 6 固有ベクトル計算手段
- 7 多様体計算手段
- 8 画像入力手段
- 9 入力画像サイズ変換手段
- 10 注目領域走査抽出手段
- 11 距離測定手段

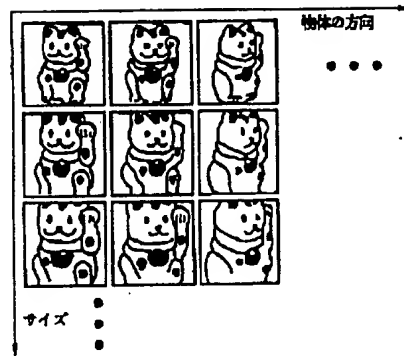
【図1】



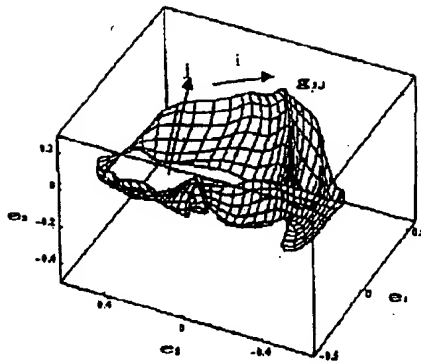
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

スケッチ上の入力画像	多様な物体の大きさの範囲	検出可能な物体の大きさ
...		
α^0	$1 \sim \alpha$	$\alpha^2 \sim \alpha^0$
α^{-1}	$1 \sim \alpha$	$\alpha \sim \alpha^2$
入力画像	$1 \sim \alpha$	$1 \sim \alpha$

【図6】

